



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
VASA YRKESHÖGSKOLA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Joni Hannus

SAUMAVALUMENETELMÄT JA PYSTYSAUMAPUMPPAUKSEN KEHITTÄMISMAHDOLLISUUDET

Tekniikan yksikkö
2015

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Joni Hannus
Opinnäytetyön nimi	Saumavalumenetelmät ja pystysaumapumppauksen kehittämismahdollisuudet
Vuosi	2015
Kieli	suomi
Sivumäärä	32 + 1 liite
Ohjaaja	Minna Uimonen

Opinnäytetyö on tehty Lemminkäinen Talo Oy:n Vaasan alueyksikölle. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa betonielementtiseiniä eri saumavalutekniikoista ja tehdä vertailu niiden vahvuuksista ja heikkouksista. Tarkoituksena oli etsiä ja löytää pystysaumapumppausmenetelmän potentiaaliset kehitysmahdollisuudet.

Saumavalujen onnistuminen on edellytys hyvälle ja toimiville rakenteille. Työnjohdon tuntemus eri saumavalumenetelmistä korostuu valittaessa oikeaa saumavalutekniikkaa työmaalla suoritettaviin saumavaluihin. Opinnäytetyöstä rajattiin pois kustannuksien tarkastelu, koska toimeksiantaja ei katsonut sitä tarpeelliseksi.

Teoriaosuudessa käytiin läpi yleisimmät asuinkerrostalossa saumavaluilla yhteenliitettävät rakennusosat perustuksia ja vesikattoa lukuun ottamatta. Opinnäytetyössä käsiteltiin betonirunkoisten rakennusten pysty- ja vaakasaumojen saumavalumenetelmät työvaiheineen. Tutkimusosuuden menetelmävertailuun ja pystysaumapumppauksen kehittämismahdollisuuksien tutkimiseen käytettiin esimerkkinä As Oy Vaasan Julian työmaata sekä työmaahenkilöstön ja pumppausurakoitsijan haastatteluja. Menetelmävertailu tehtiin seinien saumaamisesta.

Tutkimuksessa saatiin selville, että saumavalumenetelmänä pystysaumapumppaus on perinteistä saumavalumenetelmää tehokkaampi, nopeampi ja monipuolisempi sekä takaa onnistuneen ja laadukkaan lopputuloksen saumavaluihin. Pystysaumapumppaus on myös työturvallisuuden näkökulmasta parempi vaihtoehto saumavalujen suorittamiseen kuin perinteinen saumavalumenetelmä.

ABSTRACT

Author	Joni Hannus
Title	Development Possibilities of Joint Casting Methods and Vertical Joint Pumping
Year	2015
Language	Finnish
Pages	32 + 1 Appendix
Name of Supervisor	Minna Uimonen

The thesis was made for Lemminkäinen Talo Oy Vaasa Regional Unit. The aim of the thesis was to collect information about different joint casting techniques and make a comparison between their strengths and weaknesses. The intention was to search and find the vertical seam pumping methods potential development opportunities.

The success of joint casting is a requirement for good and operating structures. Supervisors knowledge of different joint casting methods is emphasized in selecting the right joint casting technique carried out on site. From the request of the client cost analysis was excluded from the thesis.

Joint casting methods for vertical and horizontal seams in concrete buildings were dealt in this thesis. For the method comparison and exploration of development opportunities of vertical seam pumping, As Oy Vaasan Julia construction site was used as an example and also site personnel and pumping contractor interviews were used as well. The method comparison was made only concerning the walls.

It was found out that vertical seam pumping compared against traditional joint casting method is more efficient, faster and more versatile as well as it ensures a successful and high-quality result in joint casting. Vertical joint pumping from a work safety point of view is a better option to perform the joint casting than the traditional joint casting method.

Keywords	Joint Casting, vertical joint pumping, method comparison, development possibilities
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO	7
2	ASUINKERROSTALON RAKENTEET	8
3	SAUMAVALUT	9
3.1	Vaatimukset	9
3.2	Olosuhteet	9
3.3	Aloitusedellytykset	10
3.4	Laadunvarmistus	11
3.5	Lujuudenkehityksen laskenta	11
3.6	Seinien saumavalu	12
3.6.1	Perinteinen saumavalu	12
3.6.2	Pystysaumapumppaus	12
3.7	Ontelolaataston saumaus	20
4	MENETELMÄVERTAILU	21
4.1	Esimerkkikohteen esittely	21
4.2	Saumaustyölle asetetut vaatimukset	23
4.3	Menetelmäkuvaukset	24
4.4	Aloittavat työt	24
4.5	Työvaihe	25
4.6	Lopettavat työt	27
4.7	Työturvallisuus	27
4.8	Laatu	27
5	PYSTYSAUMAPUMPPAUKSEN KEHITYSMAHDOLLISUUDET	29
5.1	Aikataulu	29
5.2	Laatu	29
5.3	Työvaiheet	30
6	JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	31
	LÄHTEET	32
	LIITTEET	

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuvio 1.	Teräslastalla tasoitettu valmis sauma	s. 13
Kuvio 2.	Pystysaumapumppausurakoitsijan kalusto	s. 14
Kuvio 3.	Saumat valmiina pumppausta varten	s. 15
Kuvio 4.	Sauman sulatusta kaasuliekillä	s. 16
Kuvio 5.	Tukelaudoitus asennettuna	s. 17
Kuvio 6.	Pystysaumapumppausta	s. 18
Kuvio 7.	Sauman viimeistelyä teräslastalla	s. 19
Kuvio 8.	As Oy Vaasan Romeo ja Julia	s. 21
Kuvio 9.	Tontin asemakaava	s. 21
Kuvio 10.	As Oy Vaasan Julian tietoja	s. 22
Kuvio 11.	As Oy Vaasan Julian kadun puoleinen julkisivu	s. 22
Kuvio 12.	As Oy Vaasan Julian työmaa, talo A	s. 23
Kuvio 13.	Menetelmävertailulaskelma seinien saumaamiselle	s. 26

LIITELUETTELO**LIITE 1.** Menetelmäkuvaukset

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Lemminkäinen Talo Oy:n Vaasan alueyksikkö. Lemminkäinen on yksi Suomen suurimmista ja kokeneimmista talonrakentajista, jolla on yli sadan vuoden kokemus rakentamisesta. Lemminkäisellä on toimintaa Suomen lisäksi myös muissa Pohjoismaissa ja Venäjällä. Lemminkäinen-konsernin vuoden 2014 liikevaihto oli noin 2,0 miljardia euroa. Työntekijöitä konsernilla on noin 5 600. Lemminkäisen liiketoiminta on jaettu neljään segmenttiin, jotka ovat päällystys, infraprojektit, Suomen talonrakentaminen ja Venäjän toiminnot. /1; 2/

Opinnäytetyön aiheeksi valittiin betonirunkoisten asuinkerrostalojen saumavalumenetelmien tutkiminen, sillä työmailla oli haluttu siitä lisää tietoa. Lähtökohtana oli, että opinnäytetyö hyödyttäisi sekä tekijää että toimeksiantajaa. Opinnäytetyön tavoitteena oli kerätä tietoa eri saumavalutekniikoista ja tehdä vertailu niiden vahvuuksista ja heikkouksista. Tarkoituksena oli löytää pystysaumapumppauksen potentiaaliset kehittämiskohdat.

Opinnäytetyössä kuvattiin pysty- ja vaakasaumojen saumavalumenetelmät työvaiheineen. Työssä esitettiin asuinkerrostalon saumavaluilla yhteen liitettävät rakennusosat perustuksia ja vesikattoa lukuun ottamatta. Lisäksi koottiin menetelmäkuvaukset seinien saumavalutekniikoista työnjohtajia varten, jossa on selkeästi esitettyä menetelmäkohtaiset huomioon otettavat asiat (Liite 1). Opinnäytetyöstä rajattiin pois kustannuksien tarkastelu, koska toimeksiantaja ei katsonut sitä tarpeelliseksi.

Opinnäytetyössä vertailtiin kahta eri saumavalumenetelmää, perinteistä saumavalua ja pystysaumapumppausta käyttäen esimerkkinä As Oy Vaasan Julian työmaata. Menetelmävertailussa käytettiin As Oy Julian talo A:n yhtä asuinkerrosta ja vertailu laskettiin seinien osalta, koska vertailun tuloksen haluttiin olevan selkeästi ymmärrettävissä. Opinnäytetyötä varten haastateltiin työmaahenkilöstöä ja pystysaumapumppausurakoitsijaa. Opinnäytetyössä käytettiin As Oy Vaasan Julian kohdekohtaista materiaalia.

2 ASUINKERROSTALON RAKENTEET

Betoniseinäelementit valmistetaan elementtitehtaalla elementtipiirustusten mukaisesti raudoitettuina. Seinäelementtejä käytetään ulkoseinien sisäkuoressa, väliseinäinä tai kellarin maanpaineseininä. Seinäelementit ovat puristettuja rakenteita. Betoniseinäelementteihin kuuluu myös sandwich-julkisivuelementit. Sandwich-elementeissä on kantava sisäkuori, jonka päällä on eriste ja ulkokuori. /4; 5/

Palkit ovat vaakarakenteita, joita voidaan käyttää kantavien seinien asemesta. Yleisimmät asuinkerrostalossa käytetyt palkit ovat teräsbetonipalkkeja. Pilarit ovat pystyrakenteita eli puristettuja rakenteita. Pilarit ovat poikkileikkaukseltaan joko suorakaiteita tai pyöreitä. /6; 7; 8/

Ontelolaatta on yleisin betonirunkoisissa rakennuksissa käytetty elementti. Niitä käytetään ala-, väli- ja yläpohjina. Ontelolaattojen tuotestandardi on SFS-EN 1168. Ontelolaatta on teräspunoksilla esijännitetty laattaelementti, joka on kevennetty pituussuuntaisilla onteloilla. Ontelolaatat valmistetaan elementtitehtaassa linjastolla, jossa ne valetaan liukuvaluna pitkien teräksisten valupetien päälle ja kuivumisen jälkeen sahataan oikeisiin mittoihin. Ontelolaattoihin käytettävä betoni on lujuudeltaan C40–C70. Ontelolaatoilla on vakioleveys 1200mm ja korkeudet ovat 150, 200, 265, 320, 370, 400 ja 500mm. /9/

Asuinkerrostaloissa kantavat seinät pyritään sijoittamaan huoneistojen välille. Tällöin kantavat seinät toimivat ääntä- ja paloaeristävinä rakenteina ja myös jäykistävinä rakenteina. Seinät voidaan mitoittaa usein betonirakenteina, jolloin raudoitteita tarvitaan aukkojen ja reunojen kohdalle. /10, 4/

Asuinkerrostalon vaakarakenteena voidaan käyttää tasapaksuista massiivilaattaa. Laatta toteutetaan joko jännitettynä tai jännittämättömänä rakenteena. Laatan paksuuteen vaikuttaa asuinkerrostalossa erityisesti ääneneristysvaatimukset, LVISA-tekniikoiden sijoittelu sekä kuormitukset ja taipumat. Paikallavalettu laatta mahdollistaa ulokkeiden sisennysten ja aukkojen teon suhteellisen vapaasti. /10, 2–3/

3 SAUMAVALUT

Saumavalujen tekeminen on oleellinen osa betonirunkoisen rakennuksen rakentamista. Saumavalujen onnistumisen kannalta on tärkeää, että työmenetelmiin ja työvaiheiden suunnitteluun perehdytään kunnolla. Saumavalu on erityisen tärkeässä asemassa elementtirakenteisissa rakennuksissa.

3.1 Vaatimukset

Elementtien saumaukselle asetetaan erilaisia vaatimuksia. Työnjohdolta vaaditaan valvotuneisuutta ja valvontaa, jotta saumaustyö olisi laadukasta ja kunnollista. Tärkeimpiä vaatimuksia ovat kantavien rakenteiden lujuusvaatimukset ja osastovien rakenteiden tiiviysvaatimukset. Saumaustyö tulee suorittaa noudattaen tehtäväsuunnitelmaa ja annettuja vaatimuksia. Betoninormien (By 50) mukaan saumaustyöstä tulee pitää pöytäkirjaa, joka arkistoidaan 10 vuodeksi. /11, 5; 12/

Sauman lujuuden merkitys on suuri, sillä kuormia siirtävän sauman on saavutettava riittävä lujuus ennen elementtitukien pois ottamista ja kuormien siirtymistä saumoille. Lujuuskehityksen seuraaminen korostuu etenkin talviolosuhteissa. Saumojen tärkeimpiä ominaisuuksia ovat palo-osastointi ja ääneneristys. Lisäksi tiivis sauma eristää lämmön ja kosteuden rakennuksen eri tilojen välillä ja suojaa teräksiä korroosiolta. /11, 5/

3.2 Olosuhteet

Saumavaluja voidaan tehdä lähes kaikissa sääolosuhteissa. Huomioon otettavia asioita ovat elementtien saumapintojen kosteus, kesällä helteet ja auringonpaiste sekä talvella talviolosuhteet. Elementtien saumapintojen kosteus vaikuttaa saumauksen lopputulokseen merkittävästi. Jos saumassa valuu näkyvästi vettä esimerkiksi sadekeleillä, valuva vesi haittaa saumausmassan tarttumista saumaan. Tällöin saumausmassan ja elementin saumapinnan tartunta jää vajaaksi. /12/

Kesällä helteiden kuumuus ja suora auringonpaiste voi olla vahingollista saumaukselle. Kuumuus haihduttaa saumausmassasta vettä normaalia reaktiota nope-

ammin, jolloin massasta tulee jäykempää. Kuumuuden ja suoran auringonpaisteen haittoja voidaan ehkäistä ja pienentää seuraavilla toimenpiteillä:

- käyttämällä vaaleita pumppausletkuja, esimerkiksi keltaisia
- käyttämällä vaaleita tai läpinäkyviä vesiletkuja
- järjestämällä pumppausasemalle varjostus
- pitämällä massa niin lievinä kuin mahdollista
- vähentämällä taukojen pituuksia, jolloin massa ei jäykisty liikaa tauon aikana. /12/

Talviolosuhteet aiheuttavat saumavaluihin lisätöitä ja haastetta. Tavallinen betoni jäätyy, kun lämpötila laskee alle 0°C , joten työhön täytyy valita oikeanlainen talvisaumausmassa. Saumausta voidaan tehdä luotettavasti -15°C asti. Saumauksessa on käytettävä lämmintä vettä tai kylmää vettä käytettäessä on järjestettävä pieni ohivirtaus. Massan jäätyminen on estettävä lämmityksellä niin kauan, kunnes betoni on saavuttanut jäätymislujouden (5 MN/m^2). Saumavalettavat elementin saumat on puhdistettava jäästä ja lumesta. /11, 5–6; 12/

3.3 Aloitusedellytykset

Saumaustyölle on hyvä tehdä tehtäväsuunnitelma, jossa määritellään työn vaatimukset, vastuuhenkilöt, työmenetelmät ja työn aikataulu. Saumabetoni toimitetaan työmaalle joko suursäkeissä tai siilossa. Suursäkit varastoidaan työmaalla kuormalavojen päälle, ettei niiden pohja mene puhki. Säkit suojataan sateelta suojapeitteellä. Työmaalla merkitään siilolle paikka, johon pääsee kuorma-autolla ja joka kestää siilon painon ja on maastonmuodoltaan suora. /12/

Elementit ja mahdolliset paikallavaletut rakenteet täytyy olla asennettuna ja valmiina. Saumateräksiset täytyy olla asennettuna paikoilleen. Tukelaudoitus saumatavissa kohdissa tulee olla tehtynä ja tiivis. Saumauspintojen tulee olla puhtaat irtorostista ja muista aineista ja talvella myös jäästä ja lumesta. /11; 12/

3.4 Laadunvarmistus

Kunnollisella ja hyvällä ennakkosuunnittelulla päästään hyvään lopputulokseen. Saumaustyöstä pidetään päiväkirjaa ja ennen työn aloittamista tarkistetaan saumapinnat, asennetut teräkset ja sähköputket. Saumausta suorittaessa on varmistuttava siitä, että sauma täyttyy kokonaan ja tiiviisti massalla. Huolellinen saumaustyö vastaa saumaukselle asetettuja vaatimuksia. Saumaajalla tulee olla riittävä ammattitaito työn tekemiseen. /11, 26; 13/

Saumaustyön tärkein onnistumisen edellytys on oikean saumausmassan valinta olosuhteet huomioiden ja massan oikea käsittely työmaalla. Valmisbetonia käytettäessä on tarkistettava kuormakirjasta massan tiedot sekä silmämääräisesti massan notkeus ja mahdollinen erottuminen. Mikäli notkeus ei ole vaaditun mukainen, lisätään massan sekaan notkistinta ja massaa sekoitetaan betonitoimittajan määrittelemä aika. On tärkeää, että massaan ei lisätä vettä missään vaiheessa. /11, 26/

3.5 Lujuudenkehityksen laskenta

Betonin lujuudenkehitys riippuu lämpötilasta ja olosuhteista. Lujuudenkehityksen seuranta on tärkeää ja sitä voidaan arvioida lämpötilaseurannalla ja lujuuskoekappaleilla, jotka asetetaan kovettumaan kohteen viereen samoihin olosuhteisiin. Koekappalesuunnitelma on osa saumaussuunnitelmaa. /11, 22–26/

Saumabetonin lämpötilaseurantaa varten voidaan asentaa mittareita, joiden lukemista pidetään pöytäkirjaa. Sähköinen mittaus tehdään termoelementtipareilla, joissa vastusarvo saadaan lämpötilan muutoksesta. Termoelementtipari muodostuu kahdesta termoelementtilangasta, joiden eristämättömät päät kierretään yhteen ja sijoitetaan saumavaluun niin, että lukupäät jäävät näkyviin. Termoelementtipari yhdistetään loggereihin, jotka rekisteröivät lämpötilat asetetuin väliajoin. Lämpötilatiedot käsitellään myöhemmin tietokoneavusteisesti. /11, 22/

Lujuudenkehityksen seuranta perustuu saumojen lämpötilojen seurantaan. Normaalia betonia käytettäessä voidaan lujuudenkehitystä arvioida laskennallisesti mitattujen lämpötilojen perusteella. Kypsyysikä kertoo, miten betonin ikä vaihte-

levissa lämpötiloissa muunnetaan vastaamaan standardiolosuhteissa eli +20 °C:ssa käytettävän koekappaleen ikää. Kypsyysikä lasketaan kaavasta:

$$t_{20} = \Sigma ((T_i + 16^\circ\text{C})/36^\circ\text{C})^2 * t_i$$

missä T_i = lämpötila °C,

jossa betoni on ajan t_i (d)

/11, 23–25/

3.6 Seinien saumavalu

3.6.1 Perinteinen saumavalu

Perinteistä saumavalumenetelmää käytetään rakennustyömailla paljon. Se on tuttu, turvallinen ja työmaahenkilöstö tietää työvaiheet sekä tuntee työtavat. Työmaan johdolla on yleensä kokemusta perinteisestä saumavalusta edellisiltä työmailta, jolloin työn suunnittelu on helppoa.

Valettava kohde muotitetaan tukelaudoituksella molemmin puolin saumaa. Ennen saumavalua on tarkistettava, että laudoitus on tukevasti kiinni ja tiivis, ettei massa valu pois muotista. Lisäksi on tarkistettava, että muotti on rakennettu niin, ettei saumamassa jää pinnasta koholle. /11, 16/

Saumavalu täytyy toteuttaa niin huolellisesti, että saadaan varmuus koko sauman täyttyvyydestä. Valu suoritetaan valmisbetonilla joko nostoastiaa tai kuljetuspumppuautoa käyttäen. Nostoastialla valettaessa tarvitaan nosturia. Valun jälkeen sauma on tiivistettävä huolellisesti täryttämällä. /11/

3.6.2 Pystysaumapumppaus

Pystysaumapumppaus on erikoistekniikalla toteutettu saumavalumenetelmä, jossa elementit liitetään yhteen pumppaamalla liitoskohtiin valumatonta erikoisbetonia. Pystysaumapumppauksella saadaan tiivis sauma ilman jälkitöitä (Kuvio 1). /11, 16–14; 12/



Kuvio 1. Teräslastalla tasoitettu valmis sauma.

Pystysaumabetoni valmistetaan mahdollisimman lähellä pumpattavia saumoja esimerkiksi ruuvisekoittajalla. Massaan käytetään vettä ja pystysaumabetonia, joka on pystysaumapumppaukseen tarkoitettua kuivabetonia (Kuvio 2). Oikein valmistettuna massa on valumatonta ja tartunta betoniin on erityisen hyvä. /11, 16–19/



Kuvio 2. Pystysaumapumppausurakoitsijan kalusto.

Ennen työn aloitusta pumppari tarkistaa, että saumat ovat puhtaat ja sulat sekä saumateräksset on asennettu oikein ja suunnitelmien mukaisesti (Kuviot 3 ja 4). Saumaan, joka on molemmilta puolilta avoin, asennetaan tukelaudoitus vain toiselle puolelle saumaa pumppauksen ajaksi (Kuvio 5). Massa pumpataan sekoituksen jälkeen letkua pitkin saumaan ja tasataan teräslastalla (Kuviot 6 ja 7). Massan alettua sitoutua tukelaudoitus poistetaan ja sauma viimeistellään. Pystysaumabetonia ei täyrytetä missään vaiheessa. Pystysaumabetonilla pystytään saumaamaan myös seinien vaakasaumat, tappikolot ja läpiviennit. /11, 16–19/



Kuvio 3. Saumat valmiina pumppausta varten.



Kuvio 4. Sauman sulatusta kaasuliekillä.



Kuvio 5. Tukelaudoitus asennettuna.



Kuvio 6. Pystysaumapumppausta.



Kuvio 7. Sauman viimeistelyä teräslastalla.

3.7 Ontelolaataston saumaus

Ontelolaatasto sidotaan saumaterästen ja -valujen avulla suureksi yhtenäiseksi laataksi. Hyvä ja onnistunut saumaus on rakennusteknisen toimivuuden edellytys ja varmistaa myös työmaan etenemisen aikataulun mukaisesti. /11, 7–13/

Ontelolaataston saumaus aloitetaan valmistelevilla töillä, joita ovat saumapintojen puhdistus ja talvella sulatus, saumaterästen asennus, sähköputkien asennus, reikien ja varauskolojen teko sekä muottityöt. Koska saumojen puhdistus on kallista ja vie työskentelyaikaa, pyritään saumaus suorittamaan mahdollisimman pian laataston asennuksen jälkeen. Talvella suurin ongelma on saumoihin päässyt lumi ja jää. Tavoitteena tulisi olla se, että ontelolaatasto suojattaisiin suojapeitteillä asennuksen jälkeen, mikäli lumisateesta on vaaraa. Jos kuitenkin saumoissa on lunta ja irtoroskia, ne puhdistetaan esimerkiksi paineilmalla. Jää sulatetaan mieluiten kaasuliekillä tai lämmittämällä laattakenttää alhaaltapäin, sillä höyrysulatuksessa tiivistyvä höyry voi jäätyä saumaan ja näin estää kunnollisen saumabetonin kunnollisen tartunnan. /11, 7–13/

Saumaus voidaan suorittaa joko käyttäen nostoastiaa tai pumppaamalla. Nostoastialla valettaessa käytössä tulee olla nosturi. Valmisbetoni valutetaan nostoastiasta valusutkan kautta suoraan saumaan ja tiivistetään sauvatäryttimellä. Pumppaamalla suoritettava saumaus on tehokkain tapa ontelolaataston saumaukseen. Pumppaus suoritetaan joko käyttämällä kuljetuspumppuautoa tai saumapumppua. Saumausaineena voidaan käyttää joko valmis- tai kuivabetonia. Valmisbetonia käytettäessä sauma on aina tiivistettävä täryttämällä. Kuivabetonilla saumattaessa käytetään samoja työvälineitä kuin seinien pystysaumapumppauksessa, joten yleensä sama urakoitsija vastaa sekä seinien pystysaumauksesta että ontelolaattojen saumauksesta. Saumausmassa on itsetiivistyvää, joten sitä ei tiivistetä vaan riittää, että saumapinnat tasataan. /11, 7–13/

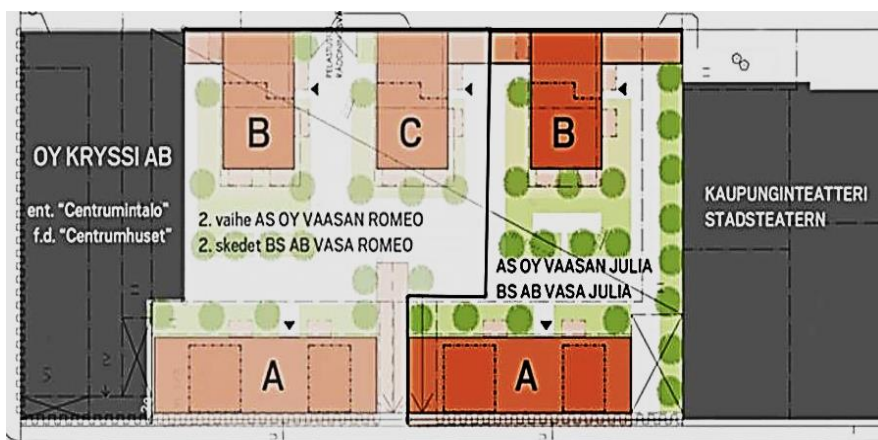
4 MENETELMÄVERTAILU

4.1 Esimerkkikohteen esittely

Lemminkäinen rakentaa Vaasan kaupunginteatterin viereen yhteensä viisi asuinkerrostaloa (Kuviot 8 ja 9). Ensimmäisessä vaiheessa rakennetaan Asunto Oy Vaasan Julia, johon kuuluu kaksi asuinkerrostaloa. Toisessa vaiheessa rakennetaan Asunto Oy Vaasan Romeo, johon kuuluu kolme asuinkerrostaloa. /3; 14/



Kuvio 8. As Oy Vaasan Romeo ja Julia. /3/



Kuvio 9. Tontin asemakaava. /3/

Asunto Oy Vaasan Julia

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| • Kohteen nimi | Asunto Oy Vaasan Julia |
| • Kohteen osoite | Pitkäkatu 51, 65100 VAASA |
| • Tontin pinta-ala | 2309 m ² |
| • Paloluokka | P1 |

Kuvio 10. As Oy Vaasan Julian tietoja. /14/

Asunto Oy Vaasan Julia (Kuvio 10) käsittää kaksi asuinkerrostaloa ja pihakannen alla sijaitsevan maanalaisen autohallin. Talo A (Kuviot 11 ja 12) on 7-kerroksinen asuinkerrostalo, jonka ensimmäisessä kerroksessa on liike- ja asuntotilaa. Talo B (Kuvio 8) on 4-kerroksinen asuinrakennus. /14/



Kuvio 11. As Oy Vaasan Julian talo A:n kadun puoleinen julkisivu. /14/



Kuvio 12. As Oy Vaasan Julian työmaa, talo A.

Asunto Oy Vaasan Juliassa käytetään seuraavia rakenteita, jotka liitetään yhteen saumavaluilla:

- Sandwich –elementtejä
- Ontelolaattoja
- Paikallavalettuja väliseiniä. /14/

4.2 Saumaustyölle asetetut vaatimukset

Asunto Oy Vaasan Julian rakennusselostuksessa rakennuttaja on asettanut työn suoritukselle vaatimukseksi, että:

”Työn suorituksessa käytetään kunkin työn luonteen vaatimaa ammattitaitoista työnjohtoa ja työvoimaa. Erikoisammattitaitoa vaativissa osasuorituksissa käytetään alan tuntevia, hyvän ammattitaidon omaavia työkuntia, alaurakoitsijoita ja -hankkijoita. Alaurakoitsijoiden ja hankkijoiden tulee olla luotettavia erikoisliikkeitä. Ne on esitettävä rakennuttajan hyväksyttäväksi ennen ko. työn aloittamista ja kirjattava työmaakokouspöytäkirjaan. Mikäli urakoitsija haluaa käyttää asiakirjoissa esitetystä työtavasta poikkeavaa työtapaa, tulee urakoitsijan esittää se rakennuttajalle ja ko. suunnittelijalle ja saada esitetylle työtavalle rakennuttajan suostumus. Vastuu esi-

tetystä työtavasta jää kuitenkin sen esittäjälle. Muutoksesta mahdollisesti aiheutuvat suunnittelukustannukset maksaa urakoitsija.” /14/

Betonin laatu ja lujuusluokat määrätään rakennepiirustuksissa. Betonin laatua valvotaan betoninormien mukaisesti. Betonointi suoritetaan Betoninormien RIL 131 luvun 4 ohjeiden mukaan. Rakennusselostuksen mukaan betonipintojen tulee täyttää julkaisun BY 40 A-luokan vaatimukset: näkyvät betonipinnat ovat sileävalupintoja (SV) ja kaikki piiloon jäävät betonipinnat raakavalua (RV) sekä sisällä että ulkona. Betonitöissä noudatetaan seuraavia ohjeita ja julkaisuja:

- RIL 131, Betoninormit
- RIL 51, Talvibetonointi
- RIL 149, Betonointityöohjeet
- RIL 49, Betonin korjaus- ja paikkausohjeet
- RunkoRYL 21, Muottityö
- RunkoRYL 22 Rauditus
- RunkoRYL 23 Betonointi
- BY 40, Betonirakenteiden pinnat
- BY 32, Betonirakenteiden säilyvyysohjeet ja käyttöikämitoitus. /14/

4.3 Menetelmäkuvaukset

Opinnäytetyössä tehtiin työnjohtajia varten menetelmäkuvaukset. Ne on esitetty liitteessä 1. Menetelmäkuvauksien laatimisessa on käytetty apuna Betonielementtien saumavalut -kirjaa. Kuvauksiin on tiivistetty tärkeimmät menetelmissä tarvittavat tiedot.

Kuvauksia kirjoitettaessa kävi ilmi, että erot menetelmien välillä ovat työvaiheessa. Aloittavat ja lopettavat työt ovat suurimmalta osin samat, eikä niissä ole merkittäviä eroja. Menetelmäkuvaukset on tarkoitettu työmaahenkilöstön käyttöön. Kuvausten pitää olla lyhyet, selkeät ja yksiselitteiset.

4.4 Aloittavat työt

Aloittavien töiden osalta suurin ero tulee muotittamisessa. Pystysaumapumppauksen osalta muotitus on nopeaa, sillä muotiksi riittää lauta toiselle puolelle saumaa.

Perinteisessä saumavalussa muotti täytyy tehdä molemmin puolin saumaa ja lisäksi tulee varmistaa, että muotti on tiivis ja tukevasti kiinnitetty, ettei tule pullistumia ja ettei massa valu muotista pois. Jos muotti ei ole kunnolla tehty, se aiheuttaa lisätöitä valun kuivumisen ja muotin purkamisen jälkeen. Pystysaumapumpauksen etuna on se, että siinä muoteilla ei ole niin suurta vaikutusta saumavalun onnistumiseen kuin perinteisessä saumavalussa. /14/

Raudoitus on sama menetelmästä huolimatta, joten se ei luo menetelmien välille eroa. Molempia menetelmiä käytettäessä täytyy tehdä valmistelevia nostoja, kuten työvälineiden nosto työstettävälle mestalle eikä niistä aiheudu huomattavia eroja menetelmien kestoon. /13/

4.5 Työvaihe

Menetelmävertailua varten on laskettu kestot esimerkikohteen As Oy Vaasan Julian talo A:n yhdelle asuinkerrokselle sekä perinteiselle saumavalulle, että pystysaumapumpaukselle (Kuvio 13). Laskelmaan on käytetty RATU 0392 Väli- ja ulkoseinäelementtityö, Menekit ja menetelmät -korttia. Kesto on laskettu seinien saamaamiselle. Yhteensä seinäpinta-alaa on 548,0 m², josta johtuen suoritemääräkerroin on 1,0. Jakamalla seinäpinta-ala menetelmän menekillä saadaan kesto työntekijätunteina. Työntekijätunnit muunnetaan työvuoroiksi jakamalla ne 8 tth/tv. Tehtävän kesto molemmilla menetelmillä on työryhmällä 3 RAM:

- Perinteinen saumavalu 2 tv
- Pystysaumapumppaus 1 tv

Menetelmien kestossa on merkittävä ero. Lisäksi pienikin virhe muotissa aiheuttaa jälkitöitä perinteisessä saumavalumenetelmässä. Pystysaumapumppauksessa sauma tasoitetaan muurauskauhalla, jonka jälkeen se on valmis tasoitusta ja maalausta varten. /13/

Joni Hannus		VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU	
Menetelmävertailulaskelma		Opinnäytetyö	
As Oy Vaasan Julia, Talo A 2 krs.			
Seinien pituudet:		Rakennepiirustukset: Ulkoseinäelementti AR204 1:20 Elementtijakokaavio 1:50	
Ulkoseinät 39,2m ja 11,835m		(Mitat rakennepiirustuksista)	
Paikallavalettuja väliseiniä yhteensä 81,530m			
Seinäpinta-ala:			
[(39,2m * 2) + (11,835m * 2) + 81,530] * 2,985m =		548,0 m ²	
RATU 0392, VÄLI- JA ULKOSEINÄELEMENTTITYÖ, MENEKIT JA MENETELMÄT, MAALISKUU 2012.			
Saumavalu muotittamalla		0,06 tth/m ²	
Pystysaumapumppaus		0,03 tth/m ²	
Kestot on laskettu vain saumaustyön osalta.			
Saumavalujen kestot:			
Saumavalu muotittamalla			
548,0 m ² * 0,06 tth/m ² =		32,88 tth	
Kesto työvuoroina		4 tv	
Kesto työryhmällä 3 RAM		2 tv	
Pystysaumapumppaus			
548,0 m ² * 0,03 tth/m ² =		16,44 tth	
Kesto työvuoroina		2 tv	
Kesto työryhmällä 3 RAM		1 tv	

Kuvio 13. Menetelmävertailulaskelma seinien saumaamiselle.

4.6 Lopettavat työt

Lopettavien töiden osalta merkittävin ero on siinä, että perinteinen saumavalu saattaa vaatia jälkitöitä kuten esimerkiksi piikkaamista tai tasoitusta, jos muotit ovat pullistuneet tai eivät ole olleet tarpeeksi tiiviitä tai massan tiivistys ei ole onnistunut kunnolla. Pystysaumapumppauksessa saumalle ei tarvitse tehdä erityisiä jälkitöitä. /13/

Molemmissa saumavalumenetelmissä lopettavat työt ovat samoja, kuten välineiden ja mestan puhdistus, betonin normaalit jälkihoitotoimenpiteet ja muottien tai tukelaudoituksen purku ja sauman viimeistely. /13/

4.7 Työturvallisuus

Työturvallisuus on työmailla tärkeässä roolissa. Saumavalumenetelmien välillä on eroja työturvallisuudessa, sillä käytettävät työvälineet ja työn suoritustapa eroavat toisistaan. Pystysaumapumppaus on työturvallisuuden näkökulmasta parempi menetelmä, koska siinä käytetään työvälineinä ainoastaan pumppausurakoitsijan kalustoa, esimerkiksi ruuvisekoitinta. /13/

Perinteisessä saumavalussa on enemmän työvälineitä käytössä, joten työtapaturman riski kasvaa. Esimerkiksi nosturilla suoritettavassa saumavalussa on paljon riskitekijöitä: nosturikuljettajan ja alamiehen välinen kommunikointi sekä nosturikuljettajan näkökentän laajuus. Jos kommunikoinnissa tai näkökentässä on puutteita, työtapaturman riski on erittäin suuri. Kuljetuspumppuautoa käytettäessä on myös omat riskinsä, esimerkiksi betoniletku voi tukkeutua ja pahimmassa tapauksessa räjähtää liiallisesta paineesta. Muottien pettäessä tapaturmariski on myös suuri, sillä muotin hajotessa voi tippua muotin osia maassa työskentelevän työntekijän päälle. /13/

4.8 Laatu

Laadukas lopputulos on hyvän saumavalun vaatimus. Saumavalumenetelmät eroavat toisistaan laadukkaan lopputuloksen osalta. Pystysaumapumppauksen etuna on se, että pumppari varmistaa sauman tiiviyden samalla, kun työ etenee.

Pystysaumapumppaus suoritetaan niin, että pumppari näkee työstettävän sauman koko saumavalun ajan ja varmistuu sauman kunnollisesta täyttyvyydestä. Perinteisessä saumavalussa ei voi olla varma siitä, että muotti täyttyy kokonaan vaikka massa tiivistetäänkin täryttämällä, koska muotin sisälle ei näe. Usein muottien purun jälkeen paljastuu kohtia, jotka vaativat jälkipaikkausta. Lisäksi muotti voi valun aikana pullistua, mikä aiheuttaa sauman viimeistelyyn jälkitöitä. Pullistunut sauma täytyy piikata tasaiseksi ja sen jälkeen tasoittaa vaatimukset täyttäväksi.

/13/

5 PYSTYSAUMAPUMPPAUKSEN KEHITYSMAHDOLLISUUDET

5.1 Aikataulu

Pystysaumapumppaus on menetelmänä jo melko tehokas. Potentiaalisin osa-alue menetelmän kehittämisen kannalta pystysaumapumppausurakoitsijan mukaan on aikataulun kehittäminen eli menetelmän nopeuttaminen. /13/

Hyvällä ennakkosuunnittelulla ja varautumisella mahdollisiin ongelmiin saadaan saumauksen aikataulu realistiseksi ja nopeutetaan reagointia mahdollisissa ongelmatilanteissa. Mitä nopeammin tehtävää haittaavat ongelmat ratkaistaan, sitä nopeammin saumaustyö saadaan valmiiksi. Työnjohtajien ammattitaito ja menetelmän tuntemus korostuvat. Kun työnjohtaja tuntee menetelmän ja sen asettamat vaatimukset, aikataulua saadaan nopeutettua. /13/

5.2 Laatu

Työn laadukkaaseen lopputulokseen vaikuttaa eniten käytettävä massa, pumppausurakoitsijan ammattitaito sekä työvälineiden kunto ja toimivuus. Näiden lisäksi on tärkeää, että otetaan vallitsevat olosuhteet huomioon ja puhdistetaan saumattavat saumat. Hyvin puhdistetut saumat ovat edellytys massan hyvälle tartunnalle. /13/

Pumppausurakoitsijan ammattitaito on tärkein laatuun vaikuttava tekijä. Hän on ensikädessä vastuussa siitä, että sauma täyttyy kunnolla eli on tiivis, laadukas ja rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukainen. Pumppausurakoitsijan ammattitaitoon kuuluu myös se, että hän tarkistaa ja huoltaa työvälineensä säännöllisin väliajoin ja varmistaa näin niiden virheettömän toiminnan saumaustyötä suoritettaessa. /13/

5.3 Työvaiheet

Työvaiheiden tehokkuuden lisääminen ja parantaminen vaikuttaa olennaisesti tehtävän keston eli aikatauluun. Hyvin toteutetut valmistelut sekä selvät ohjeet ja odotukset työnjohdolta lisäävät tehokkuutta. /13/

Valmisteluihin kuuluu esimerkiksi mestan varaaminen pumppausurakoitsijan käyttöön, raudoitteen asennus ja tukelaudoitus. Mestan varaamisella tarkoitetaan sitä, että pumppausurakoitsijalle annetaan työrauha ja varmistetaan työn katkeamaton edistyminen varaamalla saumojen ympärille noin metrin verran työskentelytilaa eli kaikki tavarat siirretään pois pumppausurakoitsijan tieltä. Lisäksi raudoitteet ja tukelaudoitus on hyvä asentaa valmiiksi, että pumppausurakoitsija saa keskittyä saumaustyöhön. /13/

Pumppausvaiheessa saumaustyön etenemisen edellytyksenä on se, että massaa valmistetaan jatkuvalla tahdilla. Yksi rakennusmies toimii pystysaumapumppauskoneella varmistaen, että massaa sekoittuu jatkuvasti. Saumauksen jälkeen rakennusammattimies tulee pumppausurakoitsijan perässä tasoittaen sauman teräslastalla tai muurauslastalla. /13/

Jälkitöissä sauman tasoittanut muurari poistaa tukelaudoitukset ja tasoittaa sauman toiselta puolelta ja pumppausurakoitsija saa puhdistaa omat välineensä ja siivota jälkensä. Työskentely tällä tavoin on paljon nopeampaa kuin se, että pumppausurakoitsija ensin puhdistaa välineensä ja siivoaa jälkensä ja vasta sen jälkeen poistaa tukelaudoitukset ja viimeistelee saumat toiselta puolelta. /13/

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työn tarkoituksena oli perehtyä eri saumavalumenetelmiin ja kerätä niistä tietoa työmaiden käyttöön. Saumavalujen onnistuminen on tärkeässä asemassa betonirakenteisissa rakennuksissa. Onnistuneet saumavalut liittävät rakenteet toisiinsa sekä täydentävät osastoivia rakenteita ja niiltä vaadittavia ominaisuuksia.

Menetelmävertailusta voidaan päätellä, että pystysaumapumppaus on parempi menetelmävaihtoehto saumavalun toteuttamiseen. Pystysaumapumppauksen suorittaa ammattitaitoinen urakoitsija, joka pystyy saumaamaan sekä pysty- että vaakasaumat. Näiden kahden menetelmän merkittävin ero on kestossa. Menetelmä lyhentää saumaustyöhön käytettävää aikaa työmaalla ja vähentää saumaustyöhön liittyviä jälkitöitä kuten piikkausta ja jälkitasoitusta.

Pystysaumapumppauksen kehittämiskohtien etsiminen oli haastavaa, sillä menetelmä on melko tehokas. Pystysaumapumppausurakoitsijan haastattelun perusteella valikoitui potentiaalisia kehityskohtia, joilla menetelmän tehokkuutta voisi entistään lisätä. Aikataulun nopeuttamisessa korostuu hyvän työnjohdon merkitys valmistelemissä töissä. Kun valmistelut on toteutettu huolellisesti, ohjeiden mukaisesti ja hyvissä ajoin ennen saumauksen aloittamista, työvaiheen suorittaminen sujuu esteettömästi ja nopeasti.

LÄHTEET

- /1/ Talonrakentaminen. 2015. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 17.2.2015.
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/Liiketoiminta/Talonrakentaminen/>
- /2/ Yritys. 2015. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 17.2.2015.
<http://www.lemminkainen.fi/Lemminkainen/Yritys/>
- /3/ Vaasan teatterikortteli. Lemminkäinen Oyj. Viitattu 18.2.2015.
<http://www.lemminkainen.fi/asunnot/kuvasivu/?imageId=29036&imageId=29037&imageId=29038&imageId=29039&title=Asunto+Oy+Vaasan+Julia+-+Bostads+Ab+Vasa+Julia>
- /4/ Seinät. Betoniteollisuus Ry. Viitattu 23.2.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/seinat>
- /5/ Sandwich-julkisivut. Betoniteollisuus Ry. Viitattu 23.2.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/julkisivujarjestelmat/sandwichjulkisivut>
- /6/ Palkit. Betoniteollisuus Ry. Viitattu 23.2.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/palkit>
- /7/ Betonielementtirunkorakenteet. 2004. Rakennustieto Oy. RT 82-10821.
- /8/ Pilarit. Betoniteollisuus Ry. Viitattu 23.2.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/pilarit>
- /9/ Ontelolaatat. Betoniteollisuus Ry. Viitattu 24.2.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/runkorakenteet/laatat/ontelolaatat>
- /10/ Paikallavaletut betonirunkorakenteet. 2004. Rakennustieto Oy. RT 82-10814.
- /11/ Finne, J., Mattila, P., Päivä, T., Rautanen, T., Suikka, A. & Vuorinen, P. 2002. Betonielementtien saumavalut. Forssa. Suomen Betonitieto Oy.
- /12/ Juotosvalut. Betoniteollisuus Ry. Viitattu 25.2.2015.
<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/elementtien-asennus/juotosvalut>
- /13/ Mäki, K. Pystysaumapumppausurakoitsija. Karak Oy. Haastattelu 3.2.2015
- /14/ Kohdekohtainen materiaali, As Oy Vaasan Julia. Lemminkäinen Talo Oy. Viitattu 24.4.2015

Joni Hannus

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

LIITE 1 (1/2)

12.3.2015

MENETELMÄKUVAUS: Saumaus perinteisellä saumausmenetelmällä

Aloittavat työt

Aloittaviin töihin kuuluu kaikki saumaustyötä edeltävät työvaiheet:

- saumattavien pintojen puhdistus
 - puhdistetaan esimerkiksi paineilmalla, talvella puhdistettava myös lumet ja jäät sekä sulatettava saumapinnat
- saumaraudoitusten asennus
 - asennetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan rakenteen vaatimat raudoitteet
- muottien asennus
 - asennetaan tukelaudoitus, joka on tuettu kunnolla tai kiinnitetty rakenteeseen
 - varmistetaan tukelaudoituksen riittävä tiiviys, ettei valumassa pääse pursuamaan ulos saumasta

Saumaus

Saumaus suoritetaan joko nosturilla ja nostoastialla tai kuljetuspumppuautolla (Pumi). Nosturilla saumattaessa nostoastia täytetään betonivalmistajan toimittamalla betonilla ja betoni valutetaan valusutkan kautta saumaan. Pumilla saumattaessa valmisbetoni pumpataan autosta suoraan saumaan. Valmisbetonilla saumattaessa betonimassa on aina tiivistettävä, esimerkiksi sauvatäryttimellä eli vibralla.

Lopettavat työt

Saumaustyön jälkeen kaikki likaantuneet pinnat puhdistetaan. Tarvittaessa saumapinnat tasataan esimerkiksi teräslipillä tai -lastalla. Valettu sauma suojataan betonin yleisiä jälkihoitokeinoja käyttäen.

Joni Hannus

VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ

LIITE 1 (2/2)

12.3.2015

MENETELMÄKUVAUS: Pystysaumapumppaus

Aloittavat työt

Aloittaviin töihin kuuluu kaikki saumaustyötä edeltävät työvaiheet:

- saumattavien pintojen puhdistus
 - puhdistetaan esimerkiksi paineilmalla, talvella puhdistettava myös lumet ja jäät sekä sulatettava saumapinnat
- saumaraudoitusten asennus
 - asennetaan rakennesuunnittelijan suunnitelmien mukaan rakenteen vaatimat raudoitteet
- muottien asennus
 - asennetaan sauman toiselle puolelle tukelauditus

Saumaus

Saumaus suoritetaan pumppaamalla saumaan erikoisbetonia. Betoni valmistetaan mahdollisimman lähellä saumattavaa aluetta. Betonin valmistamiseen käytetään kuivabetonia ja vettä sekä pystysaumapumppaukseen vaadittavaa kalustoa. Massa pumpataan saumaan ja sen jälkeen tasoitetaan teräslastalla. Pystysaumapumppauksella saumattuja saumoja ei tarvitse erikseen tiivistää täryttämällä.

Lopettavat työt

Saumaustyön jälkeen kaikki likaantuneet pinnat puhdistetaan. Valettu sauma suojataan betonin yleisiä jälkihoitokeinoja käyttäen.

